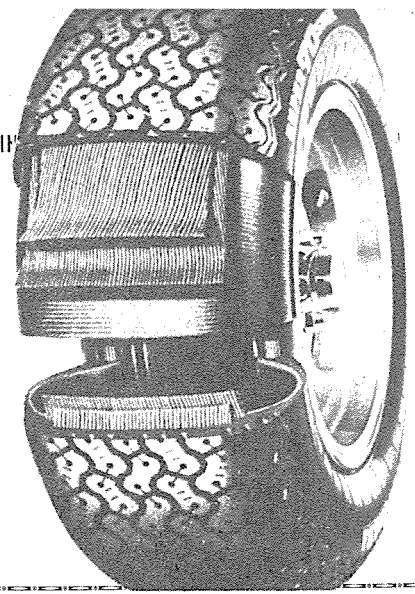


# 타이어의 機能

(V)

協會 技術 部



## 8. 自動車의 操縱과 타이어

### (1) 橫方向으로 슬립되고 있는 타이어

우리들이 自動車を 타고 커브를 돌 때의 상황을 생각해보자. 첫째 핸들을 꺾게 되면 自動車の 進路가 바뀌게 된다. 그때 핸들에는 어떤 反應이 있어 커브를 돌고 있는 도중에는 손에 힘을 주어 꺾잡고 있어야만 한다. 그러나 커브를 完全히 돈다음 直進하게 될 때에는 손을 늦추어 느슨하게 하면 핸들은 自動적으로 原位置로 돌아가게 된다. 이와같은 現象은 모두 타이어의 作用에 기인된 것으로, 오늘날 自動車を 이와같이 運轉하기 쉽도록 한 最大의 功勞者는 空氣入 타이어의 이와같은 作用이라고 하여도 過言은 아니다.

먼저 直進하고 있는 自動車와 그 타이어에 대해서 생각해보자. 說明을 簡略化하기 위하여 이 車는 前輪으로 操縱하는 自動車로서 토인(Toe in)이나 캠버(Camber)는 생각하지 않기로 한다. 따라서 車의 進行方向과 타이어의 回轉面은 一致하며 슬립角이 0으로 되어 있다. 타이어트레드의 各點의 運動은 車輪의 回轉에 따라 接地面으로 들어갔다 다시 나오게 된다. 이때 트레드의 各點은 前에도 說明한 바와같이 地面에 대해서 複雜한 相對運動을 하게 되나, 트레드 中心線에 대해 對稱되는 두點의 움직임은 左, 右對稱이며, 全體로서 타이어를 橫方向으로 미는 힘은 發生하지 않는다.

예컨대, 여기서 핸들을 右側으로 꺾었다고 하자. 이때 핸들 操作으로 車輪의 回轉面은 車의 進行方向에 대해 어떤 角度를 이루게 되나, 自動車는 慣性에 의해 계속 直進하려고 하므로 자연히 타이어의 回轉面과 車의 進行方向에는 차이가 생긴다. 이 차이의 角度를 슬립角(Slip Angle)이라 한다. 즉, 핸들이란 실은 이 슬립角을 意識적으로 發生시키고 있는 裝置라고 볼 수 있다(그림 41).

이렇게 되면 車輪은 제대로 움직일 수 없는 상태가 되므로 타이어는 全體로서 橫變形을 일으키게 된다. 여기서 트레드 위의 한點의 運動을 살펴보면 接地面内에서는 地面과의 摩擦力으로 地面에 固定되므로, 車輪의 回轉에 따라 車의 進行方向과는 슬립角 만큼 빗나간 線上으로 움직이게 된다. 따라서 타이어는 橫方向으로 점차 變形되어 간다.

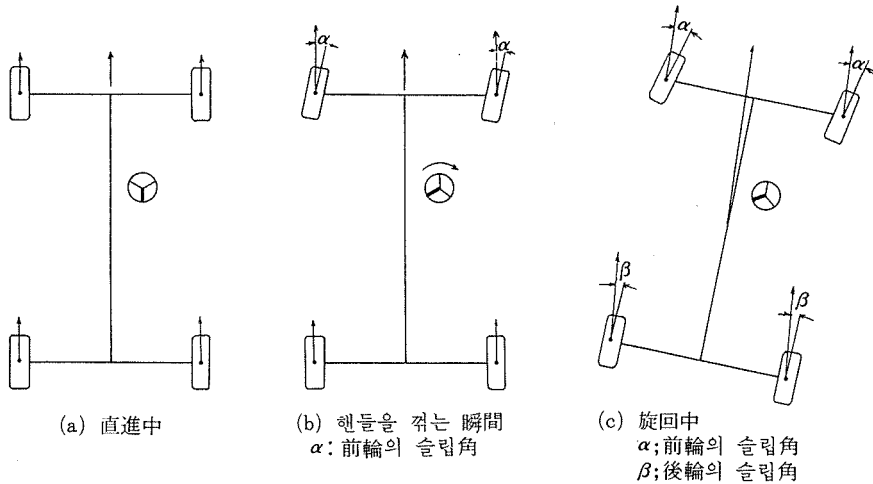
타이어는 橫方向의 變形에 대한 剛性을 가지고 있으므로 이 橫變形에 의해 復元力이 發生한다. 그 크기도 타이어의 變形에 따라 커지나, 어떤 點에서 드디어 復元力이 트레드와 地面의 摩擦力 以上으로 나타나게 되면 트레드는 미끄러져서 처음의 回轉面으로 되돌아오게 된다. 橫方向으로 슬립되고 있는 타이어에는 이와같은 現象이 連續적으로 일어나게 되나, 어떤 한 時點에서 나타난 타이어의 接地面内の 모양을 보면 그림 42와 같다.

이 그림에서 알 수 있는 바와 같이 橫方向으로 슬립되고 있는 타이어에서는 全體적으로 타

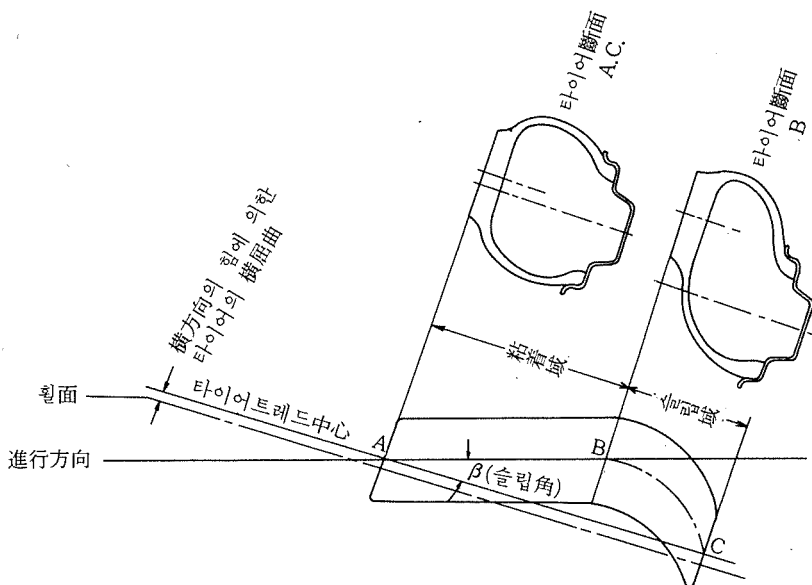
이어 中心線이 휠面보다도 약간 벗어나고 있는 데다가 또 처음의 回轉面과 進行方向의 差로 인한 橫變形이 더해가고 있다. 接地面의 前端 A 에서부터 最大變位の 點 B 까지는 트레드는 地面에 固定되어 있으나, B 點 以後에서는 앞에서 說明한 바와 같이 타이어의 復元力이 增加되어 트레드는 地面에 대해 미끄러지면서 C 點까지 되돌아간다. A~B 間에서는 타이어의 復元力의 反力이 地面에서 타이어로 結려오고 B~C

間에서는 미끄러지고 있는 트레드와 地面間의 摩擦力的 反力이 地面에서 타이어로 結려온다고 생각할 수 있다. 이러한 의미에서 타이어의 接地面 중 A~B 部分을 粘着域, B~C 部分을 슬립域이라고도 한다.

이와같은 方法으로 타이어의 코너링 特性을 力學的으로 說明한 사람은 獨逸의 E. Fiala 博士이다. 同氏는 타이어의 接地壓分布나 橫方向으로 滑脫되고 있는 타이어의 變形狀況등에 대해



[그림 41] 自動車의 運動方向과 타이어 回轉方向의 關係



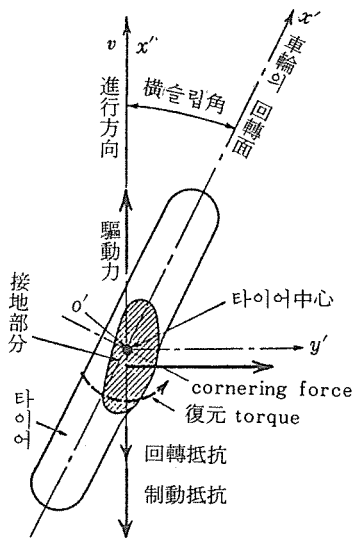
[그림 42] 橫方向으로 滑脫되고 있는 타이어

實際的인 假定을 하여 比較的 간단한, 더우기 Cornering force 에 대해서는 매우 잘맞는 式을 導出하였다. 특히 다루기 힘든 이 타이어에 巧妙한 力學的 모델을 적용하여 理論을 展開한 Fiala 博士의 業績은 높히 評價될 것으로 생각 한다.

(2) 橫슬립하는 타이어에 걸리는 힘과 모멘트

橫슬립하는 타이어에 걸리는 힘의 起源에 대해서는 앞에서 說明한 바와 같으나, 自動車의 運動을 생각할 경우에는 타이어의 接地面中心에 原點을 두고 自動車의 進行方向을 한 軸으로 하는 軸系에 의한 方法이 便利하므로 다시 한번 이 軸系를 利用하여 타이어에 걸리는 힘과 모멘트를 整理하여보자.

그림 43은 路面에 垂直으로 서서 橫슬립하고 있는 타이어와 接地面을 위에서 내려다 본 그림이다. 이 그림은 右側으로 핸들을 꺾었을 때의 상태를 나타낸 것으로, 타이어의 中心을 原點, 車의 進行方向을  $x'$  軸, 直角右側方向을  $y'$  軸으로 한다. 그러면 타이어에 負荷된 重直荷重은 紙面에 直角인  $z'$  軸方向이 된다, 이 軸系에 있어서도 당연히 3方向의 重直力과 3軸둘레의 모멘트가 檢討되어야 하나, 車의 操縱에서 가장



[그림 43] 타이어의 橫슬립(路面에 垂直으로 서서 橫슬립하는 타이어를 위에서 내려다 본 것)

重要한 것은 이중에서도  $y'$  方向의 힘과  $z'$  軸 둘레의 모멘트이므로 여기서는 이 두 要點에 대 해서 살펴보고자 한다.

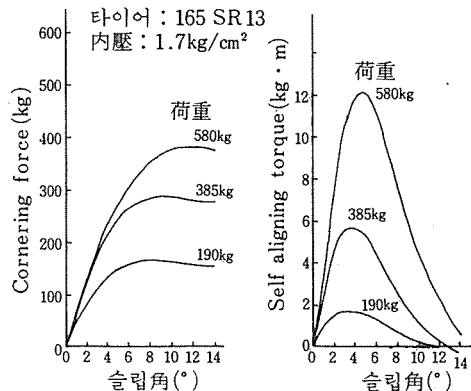
橫슬립하고 있는 타이어가 車에 미치는 橫方 向의 힘은 반드시  $y'$  軸과 一致하지는 않으며 로 여기서는  $y'$  軸方向의 分力을 취하고, 이 힘 이 車의 曲線運動을 일으킨다고 하여 Cornering Force 라고 하였다. 보통 Cornering Force 의 着力點은 타이어 接地面의 後半에 있으므로 Cornering force 는  $z'$  軸에 대해서 모멘트를 가지게 되며, 그 方向은 주어진 슬립角을 減少 시키는 方向으로 作用한다. 그러므로 이 모멘트 를 자기 스스로 復元된다는 뜻으로 Self aligning torque, 또는 復元 Torque 라고 한다.

실제로 自動車에서는 前輪의 서스펜션 構造의 影響이 있다고는 하나, 이 Self aligning torque 는 킹 핀 둘레의, 즉 핸들 둘레의 모멘트 에 決定的인 影響이 있다. 또 이 torque 는 핸 들의 무게나 復元을 支配할 뿐 아니라, 走行中 에 車에 미치는 外部影響에 대해서도 車의 安全 走行을 위해서는 必要不可缺한 것이다.

다음에는 自動車의 操縱·安定에 決定的으로 重要한 Cornering force 와 Self aligning torque 에 대해서 說明하기로 한다.

(3) Cornering force 와 Self aligning torque

橫슬립하고 있는 타이어에 있어서는 앞에서 說明한 바와 같은 메카니즘으로 Cornering fo-



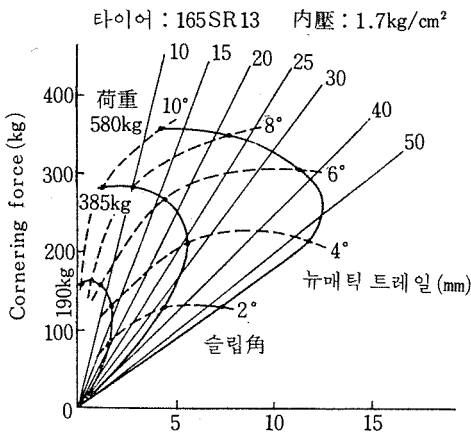
[그림 44] 슬립角과 Cornering force, Self aligning torque

rice나 Self aligning torque가 발생하므로 먼저 이들과 横슬립角(Slip angle)의 關係를 注目하지 않을 수 없다. 그림 44는 代表的인 乘用車用 Radial타이어의 데이터를 表示한 것이다.

이 그림에서 알 수 있는 바와 같이 Cornering force와 Self aligning torque는 荷重이 增加됨에 따라 다같이 커지고 또 Cornering force는 슬립角이 작을 때는 直線의으로 커지다가, 飽和狀態에 이르면 最大値에 달하게 된다. 그리고 Self aligning torque는 슬립角이 4~6度 정도에서 最大値로 되었다가 그 후부터는 減少된다. 이들은 앞에서 說明한 粘着域, 슬립域의 슬립角에 따른 變化에 起因되는 것으로 說明할 수 있다. 이 그림에서 Cornering force의 기울기를 Cornering Power라 하고 單位는 kg/deg로 표시한다. 이것은 핸들 能力에 큰 影響을 미치게 된다(물론, 同一車輛에서 比較했을 때).

또 自動車의 曲線運動을 論할 때에는 그 車의 遠心力과 타이어의 Cornering force의 對比가 問題이나, 自動車의 遠心力은 일반적으로 車輛의 重量이나 또는 타이어 1本에 걸리는 荷重을 알면 되므로, Cornering Power를, 그때에 타이어에 걸려 있는 垂直荷重으로 나누어서 이른바 코너링 係數(Cornering Coefficient)라 하며, 이 係數로 타이어 特性을 나타내기도 한다. 式으로 表示하면 다음과 같다.

$$\text{코너링 係數} = \frac{\text{Cornering Power (kg/deg)}}{\text{垂直荷重 (kg)}}$$



[그림 45] Gough의 그래프

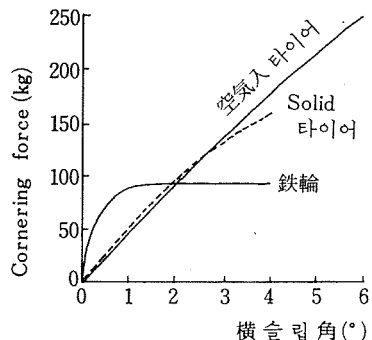
英國의 Gough는 타이어의 코너링 特性의 表示方法으로서 縱軸을 Cornering force, 橫軸을 Self aligning torque로 하자고 主張하였다. 이 方法에 따르면 슬립角은 그래프상에서 補助線으로 表示되고, 또 Self aligning torque의 모멘트의 발이 되는 소위·뉴메틱 트레일, 즉 Cornering force의 着力點과 타이어 中心과의 距離도 表示될 수 있다는 特徵이 있다(그림 45).

Cornering force의 起源은 横슬립하는 타이어의 横變形에 대한 剛性과 트레드 고무의 路面과의 摩擦係數의 크기에서 온 것이므로, 여기서는 鐵輪의 코너링 特性을 살펴보기로 한다.

鐵輪은 고무 타이어에 비해 横變形에 대한 剛性は 너무나 크므로 Cornering Power는 고무 타이어보다도 높을 것이라고 充分히 생각할 수 있으나, 도리어 路面과의 摩擦係數가 작아서 미끄러지기 쉬우므로 Cornering force는 단순히 進行方向에서 벗어나고 있는 車輪을 질질 끄는 抵抗에 不過한 나머지 結局 극히 낮은 水準에서 飽和되고 만다. 이러한 點에서 볼 때 부득이 自動車에는 사용할 수 없는 結果가 된 것이다. 이러한 點에서 볼 때에는 오히려 고무 Solid 타이어가 우선적이라고 생각할 수 있으나 이것은 또 其他의 性質, 예컨대 緩衝問題 등에서 空氣入타이어를 따라갈 수 없었던 것이다(그림 46).

(4) Cornering Power에 대한 타이어 諸因子의 影響

앞에서 說明한 바와 같이 Cornering force와 슬립角의 關係 그래프에서 曲線의 기울기를 나



[그림 46] 空氣入타이어, Solid 타이어 및 鐵輪의 比較

타내는 Cornering Power 는 타이어 操縱性의 가장 좋은 標的이 되므로 먼저 이에 대한 타이어의 構造·設計·使用方法 등의 諸因子의 影響을 살펴보자.

① 空氣壓의 影響

일반적인 空氣壓 範圍에서는 空氣壓이 增加됨에 따라 Cornering Power 가 增加되나, 內壓이 어느정도 以上되면 接地面積의 減少 또는 接地壓分布의 變化 등으로 限界에 달하게 된다 (그림 47).

一般 乘用車에서는 前後輪에 同一規格의 타이어를 使用하는 것이 보통이므로 前後輪의 Cornering Power 를 調整하고자 할 때에는 前後輪의 內壓을 다르게 하는 것이 일반적인 方法이다. 특히 리어 엔진車와 같이 後車軸의 荷重負擔이 클 경우에는 走行安定을 維持하기 위해서도 後輪의 空氣壓을 前輪보다 높게 하는 경우가 많다. 따라서 自動車의 取扱明細書에 있는 指定內壓은 단순히 分担荷重만을 유지하기 위한 것이 아니라, 이와같은 走行安定까지 감안하여 指定된 것이므로 安全走行을 위해서는 指定內壓을 잘 지키는 것이 重要한 일이다.

② 荷重의 影響

그림 48에 表示된 바와 같이 荷重이 增加됨에 따라 Cornering Power 는 增加되나, 타이어의 適正荷重을 超過하게 되면 最大值에 달한 후 후부터는 점차 減少된다. 그러나 코너링係數(Cornering Power / 垂直荷重)와의 關係를 보면 荷

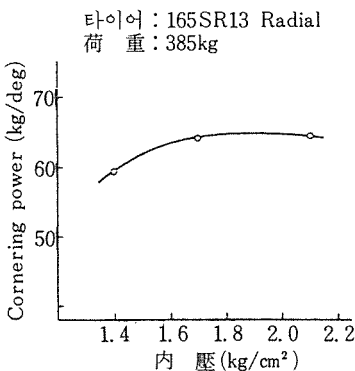
重이 增加됨에 따라 코너링係數는 減少되고 있다. 즉, 이것은 荷重의 增加 만큼 Cornering Power 는 增加되지 않는다는 것이며, 荷重이 커지면 커질수록 運動性(=遠心力에 對抗하는 能力)이 惡化된다는 것을 뜻하는 것이다. 滿員·滿載된 車에는 이와같은 現象이 일어나고 있다는 것을 알아야 한다(그림 49).

스포츠 카와 같은 高性能이 要求되는 車가 重量에 비해 큰 타이어를 使用하고 있는 것은, 타이어의 負荷率을 낮추는 同時에 높은 코너링係數를 얻고자 한 것이다.

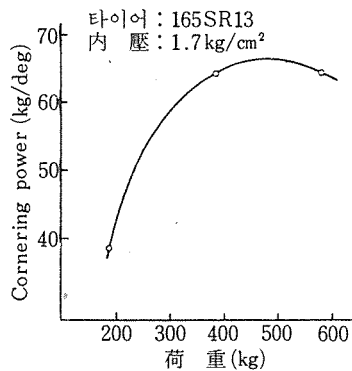
③ 타이어 構造의 影響

Bias 타이어와 Radial 타이어를 比較하면 Radial 타이어는 トレッド部에 高屈曲剛性을 가진 벨트層이 있으므로 Bias 에 비해 Cornering Power 가 특히 크다. Radial 타이어가 스포티한 高速車에서 採用되기 시작한 것도 이 때문이라고 할 수 있다. Radial 타이어는 初創期인 試驗 단계에서부터 커브길 등에서의 핸들 操縱性이 뛰어나음을 알 수 있었으며, 또 自動車나 타이어의 發展으로 Radial 의 缺點이었던 剛한 벨트로 인한 道路衝擊도 별로 나타나지 않게 된 오늘날, Radial 化가 壓倒的으로 進展된 것은 當然하다고 볼 수 있다. Radial 構造 중에서도 Rayon 등 纖維로 만든 벨트를 사용한 것보다는 Steel 벨트를 사용한 것이 벨트의 屈曲剛性이 높은만큼 Cornering Power 도 크다(그림 50).

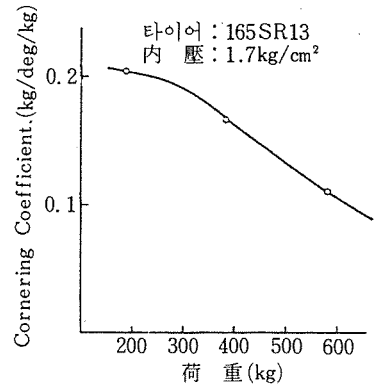
④ 타이어의 斷面形狀의 影響



[그림 47] 內壓과 Cornering Power



[그림 48] 荷重과 Cornering Power

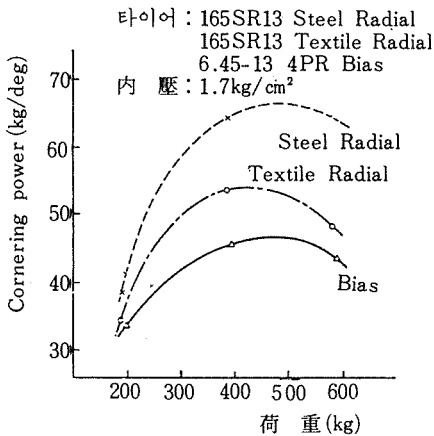


[그림 49] 荷重과 Cornering Coefficient

타이어의 斷面形狀을 偏平하게 (Aspect ratio 를 작게) 하면 Cornering Power 가 增加한다. 自動車의 高速化에 따라 運動性을 向上시키기 위하여 타이어가 점차로 偏平化되어 가고 있다는 것은 前에도 說明한 바 있다. 最近에는 50, 60시리즈의 Radial타이어 등이 高速 스포츠 카에 사용되고 있으며, 또 競技用 타이어 등에서는 偏平率이 그 以下로 내려가고 있다(그림51).

⑤ 림 幅

림幅을 增加시켜 타이어의 비드 間隔을 늘리면 橫方向으로 버티는 힘이 생겨 Cornering Power 가 增加된다. 타이어의 모양으로 보아도 偏平 타이어에는 幅넓은 림이 必要하게 되므로 兩者가 서로 잘 어울려서 運動性能이 向上되고 있다. 림幅만의 影響을 보면 그림 52와 같다.

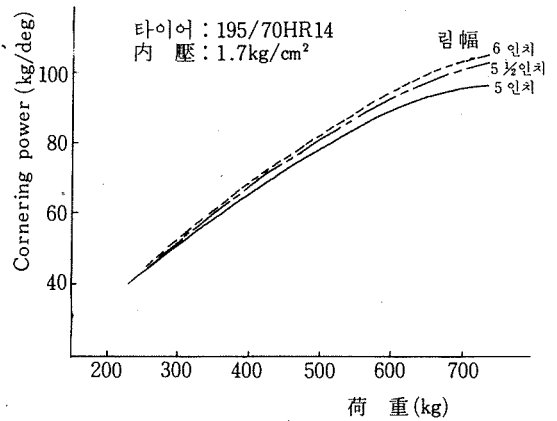


[그림 50] 타이어 構造와 Cornering Power

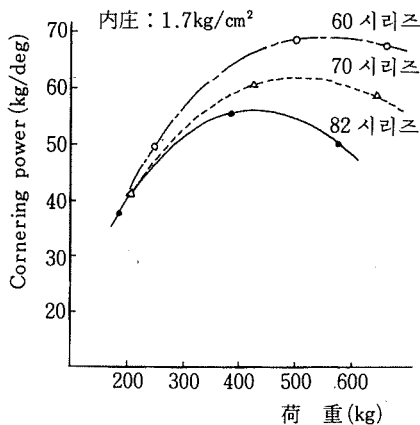
⑥ 트레드 剛性

트레드 剛性을 높이면 Cornering Power가 增加되므로 트레드 고무의 硬度를 높이면 Cornering Power 가 增加하게 된다(그림53). 또 타이어가 磨耗되어 트레드의 두께가 얇아지면 타이어는 新品時보다도 Cornering Power 가 높아진다(그림 54).

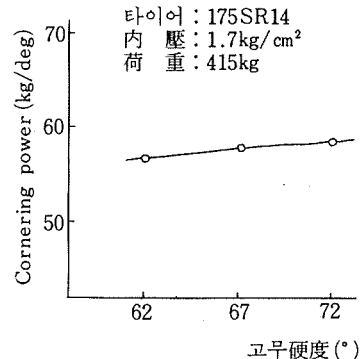
逆으로 눈길에서의 性能을 고려하여 홈깊이가 깊고 比較的 블록이 屈曲되기 쉬운 패턴을 가진 Snow 타이어나, 또 濕한 路面에서의 排水나 接地面에서 물을 除去하기 위한 홈이 많은 패턴 또는 트레드 블록을 사이프로 細分化한 패턴 등에서는 Cornering Power가 低下된다. 그림 55는 보통 타이어와 스노 타이어의 Cornering Power 를 比較한 데이터의 一例이다.



[그림 52] 림幅과 Cornering Power



[그림 51] 타이어 斷面形狀과 Cornering Power



[그림 53] 트레드고무 硬度와 Cornering Power

⑦ 路面의 摩擦係數의 影響

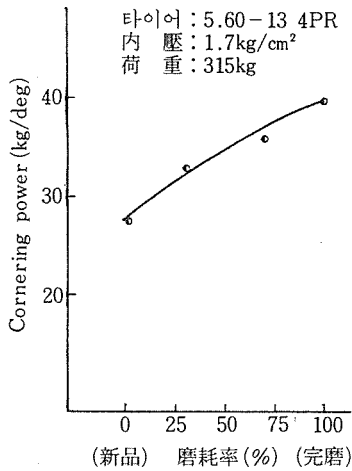
빙판길과 같은 경우는 제외하고 보통 經驗할 수 있는 정도의 摩擦係數의 變動에서는 Cornering Power 는 별로 크게 變動되지 않는다(그림 56). 타이어가 감당해야 할 橫方向의 힘의 最大値는, 즉 Cornering force 의 最大値이나 이 値는 당연히 路面의 摩擦係數에 依存된 것이다.

(5) 코너링과 驅動, 制動

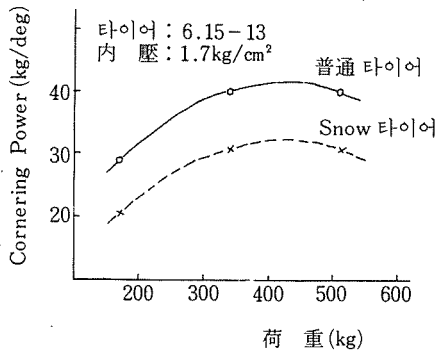
슬립角을 가지고 回轉하고 있는 타이어에 驅動力이나 制動力을 作用하면 Cornering force 나 Self aligning torque 가 變한다. 이것은 트레드면에 加해진 進行方向의 힘에 의해서 타이어의 橫剛性이 減少되기 때문이며, 또 타이어 트레드면에서 發生하는 摩擦력은 Cornering force 와 驅動·制動力의 合力이 되나, 트레드면

의 摩擦力에는 限界가 있으므로 進行方向(또는 逆方向)으로 摩擦力이 걸린 比率만큼 Cornering force 의 原因이 되는 摩擦力의 쇄어가 減少되기 때문이라고 볼 수 있다(그림 57).

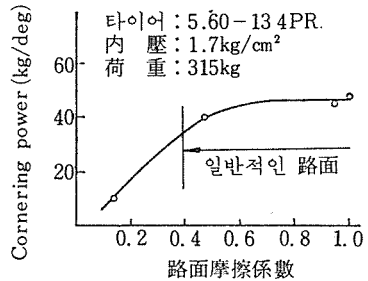
이 特性은 自動車의 高速化에 따른 制動·驅動力의 增大와 또 前輪驅動車의 操縱性, 安定性의 差異를 說明하는데에 重要한 役割을 하였다. 그림 57은 制動 또는 驅動力이 同時에 負荷되었을 때 Cornering force와 Self aligning torque 의 變化를 表示한 것이다. 예컨대, 前輪驅動車에서 驅動力을 加하면서 回轉할 경우, 急히 액셀러레이터에서 발을 떼어 驅動力을 줄이면 前輪의 Cornering force 가 增加되어 車는 回轉半徑이 줄어들면서 Self aligning torque 가 減少되므로 保舵力이 줄어서 계속 한쪽으로 말려 들기 쉽다. 따라서 前輪驅動車의 타이어로는 어떤 驅動·制動力의 範圍에서 코너링 特性의 變化가 적은 것이 좋다.



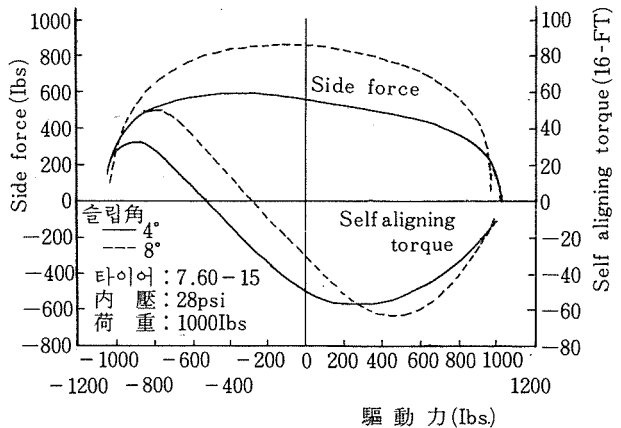
[그림 54] 트레드 磨耗率과 Cornering Power



[그림 55] 패턴 剛성과 Cornering Power



[그림 56] 路面摩擦係數와 Cornering Power

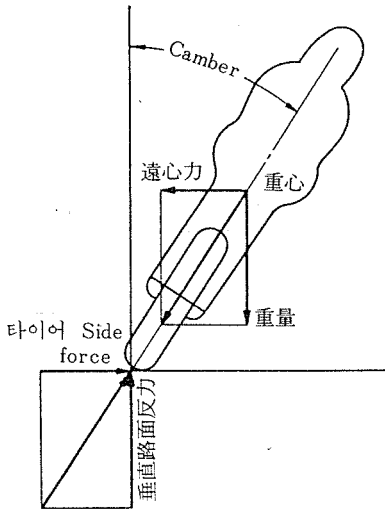


[그림 57] 制動·驅動力에 대한 Side force·Self aligning torque 의 變化(W. Bergman)

극端的인 例로서, 브레이크로 車輪이 Lock 되었을 경우나 또는 急發進으로 Spin 되고 있는 경우에는 Cornering force의 發生 메카니즘으로 보아서도 알 수 있는 바와 같이 Cornering force는 거의 발생하지 않으므로 方向不安定 상태에 빠지게 된다. 그러므로 타이어는 어쨌든 地面을 꼭 잡고 (grip) 있어야만 한다는 것이 가장 중요한 일이다.

(6) Camber Thrust

일반적인 四輪車에서는 타이어의 回轉面의 기울기, 즉 Camber가 있어도 극히 작으나, 二輪



(그림 58) 二輪車의 旋回

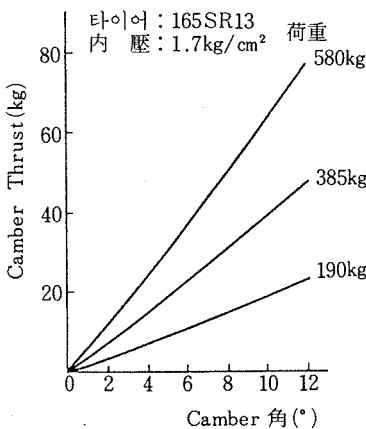
車에서는 回轉運動時에 遠心力과의 平衡을 維持하기 위하여 車體가 內側으로 기울지 않으면 안된다. 그림 58은 이러한 경우에 있어서의 힘의 平衡狀態를 表示한 것이다. 그림에서 타이어 Side force로 表示되어 있는 橫力은 Cornering force와 마찬가지로 캠버角의 存在로 인한 타이어의 橫變形에 대한 復元力에 의한 것으로서 즉, 캠버角에 따른 힘이라는 의미에서 Camber Thrust라고 부르고 있다.

乘用車用 Radial타이어에 대한 實例를 보면 그림 59와 같다. 乘用車 등에서는 일반적으로 캠버角도가 아주 작으므로 Camber Thrust도 크지 않으나 二輪車의 旋回運動에서는 重要한 의미를 갖고 있다.

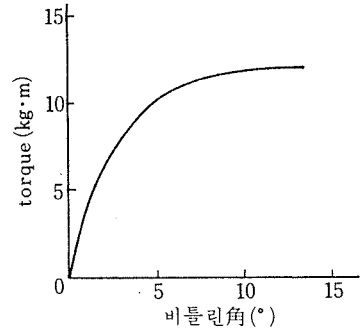
(7) 操縱에 관한 其他 타이어 特性

① 靜止狀態에서의 Torque

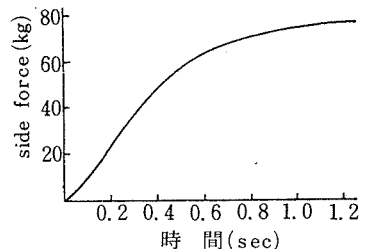
負荷狀態로 接地되어 靜止하고 있는 타이어를 垂直軸 둘레로 비틀어서 回轉시키기 위한 torque를 말한다. 일반적으로 自動車를 車庫에 넣을 때에 많이 經驗하게 된다. 그림 60은 平板



(그림 59) Camber Angle 과 Camber Thrust



(그림 60) 비틀린角과 Torque



(그림 61) 過渡 Side force



위에 靜止하고 있는 타이어가 비틀릴 때의 비틀린角과 torque 의 關係를 나타낸 것이다. 비틀린角이 작을 경우에는 torque 가 거의 直線的으로 增加하게 되나, 어느 角度를 넘게 되면 점차 直線에서 벗어나 거의 一定値를 나타내게 된다. 前者의 경우는 타이어 本體의 屈曲剛性에 關係되나, 後者의 경우는 接地面에서 타이어가 미끄러지기 시작하여 드디어 完全히 미끄러지고 있는 상태에 對應한 것이다.

靜止狀態에서의 torque 는 타이어 接地面內의 各點의 回轉에 대한 抵抗力의 타이어의 回轉中心에 대한 모멘트의 總sum으로 볼 수 있다. 따라서 荷重이 클수록 커지고, 또 內壓을 높이면 接地面積이 작아지므로 torque 는 작아진다. 其他 타이어의 構造에도 關係되어 Radial 타이어나 偏平타이어에서는 初期의 直線部分에서는 일반적인 Bias 타이어보다도 무겁게 느끼는 경우가 많다.

② 타이어의 過渡應答性

고무로 만든 타이어인 경우에 있어서는 슬립角에 急變化를 주게 되면 高分子物質이 갖는 粘彈性的인 要素의 影響으로 Side force 나 Self aligning 의 發生이 달라지게 된다. 이것은 마치 交流電氣의 電壓과 電流의 關係에서 나타나는 일종의 “遲延”現象과 같은 原因 때문이며, 구체적으로 말하면 핸들을 돌려서 車가 돌기 시작할 때까지의 時間的인 差異라고 생각하여도 좋다. 예전대 負荷를 받아 回轉하고 있는 타이어에 갑자기 어떤 크기의 슬립角을 주게 되면 Side force 가 突然 發生하는 것이 아니라, 극히 짧은 時間이지만 점차로 增加되어서 一定値에 달하게 된다(그림 61). 그 때의 現象을 過渡現

象이라 하며, 슬립角에 대한 타이어의 反應이라는 뜻에서는 타이어의 應答(Response)이라고 부른다. 여러가지의 타이어 操縱特性에 관해서도 이러한 過渡現象이 나타나므로, 自動車의 運動解析에는 없어서는 안될 重要한 데이터이다.

상세한 說明은 省略하나, 일반적으로 荷重이 增加하게 되면, 內壓이 減少됨에 따라 Side force 의 發生遲延이 커지게 된다. 트레드剛性的의 影響은 극히 작아서 磨耗된 타이어나 또는 山이 높은 Snow 타이어에서도 應答性은 별로 變하지 않는다. 타이어 單體로 볼 때에는 應答의 遲延이 意外로 Radial 타이어가 Bias 타이어보다도 크다. 그러나 運轉感覺에 있어서는 Radial 쪽이 좋다고 한다. 왜냐하면 Radial 타이어는 Cornering power 가 높아서, 즉 같은 슬립角에서도 Cornering force 가 훨씬 크므로 自動車로서의 Response 가 좋게 느껴지기 때문이라고 생각된다.



[그림 62]  
E. Fiala 博士  
Cornering 特性에 대한 力學 모델의 元祖  
베르링工大教授  
(1967. 11)

